

RREMAR. Red Radio de Emergencia Marítima.

Mascareñas Pérez-Iñigo, C.^{1*}, Palma Guerrero, J.J.¹, Vázquez Mejías, A. I.¹
Núñez Ortuño J.M.²

¹ Grupo Señales, Sistemas y Comunicaciones Navales. EIMANARA. Universidad de Cádiz.

² CUD Vigo. Escuela Naval Militar. Marín. Pontevedra.

* E-Mail: carlos.mascarenas@uca.es;

Abstract: En tiempos de crisis económica la generación de nuevas redes de radiocomunicaciones y los costes de mantenimiento de las mismas y de las ya existentes son inasumibles por la población si no se demuestra que pueden ser compartidas entre el mayor número de usuarios posible, con lo que se reduce la relación precio/eficacia. RREMAR es el acrónimo de “Red Radio de Emergencia Marítima” y es un proyecto de red de radiocomunicaciones de usos y usuarios múltiples que permite la utilización de receptores y transceptores de radio por diferentes entidades del Estado, con acceso a las comunicaciones y configuración de los equipos vía Internet, o como comúnmente se conoce, es un proyecto de ROIP (Radio Over Internet Protocol) a disposición del Estado Español y que puede ser ampliado a la Unión Europea con el fin de salvaguardar la vida humana en los principales pasos angostos como el Estrecho de Gibraltar, Canarias, Lampedusa y las Islas Griegas, que son utilizadas por los inmigrantes para acceder ilegalmente a Europa o en las zonas de separación de tráfico marítimo como el Cabo de Gata y Finisterre, Lands End o el Canal de la Mancha.

Keywords: ROIP; SDR; VOIP; compartir; salvamento; integración.

1. Introducción

La filosofía del sistema se basa en la utilización de estaciones con total grado de integración en la red y distinto uso y nivel de acceso, dependiendo de las frecuencias que se vayan a monitorizar y de qué entidad solicite su uso, que emplea equipos de radio definidos por software¹ (SDR) de bajo coste y alto nivel de fiabilidad.

Dentro de los posibles usos de la RED REMAR se encuentran los de salvamento marítimo y aéreo, control de la inmigración ilegal, apoyo a las fuerzas de paz, enseñanza de radiocomunicaciones^{2,3}, enseñanza de Teoría de la Señal, ensayo de equipos, realización de Proyectos de Fin de Grado⁴ y Fin de Máster, estudios de Compatibilidad Electromagnética e Interferencia, control de emisiones,

investigación en radiopropagación y retardos de la red Internet, transmisión de señales horarias y frecuencias patrón.

La única fórmula que vamos a utilizar es ésta:

$$\text{Esfuerzo} = \text{Coste}(\text{€}) / N^{\circ} \text{ de Usuarios} \quad (1)$$

A mayor número de usuarios que utilicen la Red se reduce el esfuerzo económico al que se somete al Estado y ello implica disponer de una herramienta eficaz de entrenamiento y de vigilancia que permita disponer de operadores de radio eficientes y acostumbrados a interactuar entre ellos, aunque no sean de las mismas Entidades o Administraciones.

2. Materiales y Métodos. Sección Experimental

En estos momentos se dispone de un demostrador de conceptos de radiofrecuencia denominado “Marconi”³, al que se puede acceder libremente mediante la dirección <http://marconi.uca.es>, en el que se pueden utilizar dos receptores SDR en banda de aficionados (en 7 MHz y 145 MHz) con capacidad para su uso simultáneo por más de 100 usuarios (recepción y configuración), así como un receptor VLF-HF para su escucha y control remoto desde cualquier parte del Globo. Además se dispone de dos parejas de receptores VLF-HF y VHF-UHF con acceso exclusivo desde la Intranet de la Universidad de Cádiz todos ellos dotados de antenas individuales con distintas polarizaciones y diagramas de radiación. Todo el equipamiento puede ser consultado en la cita 5.

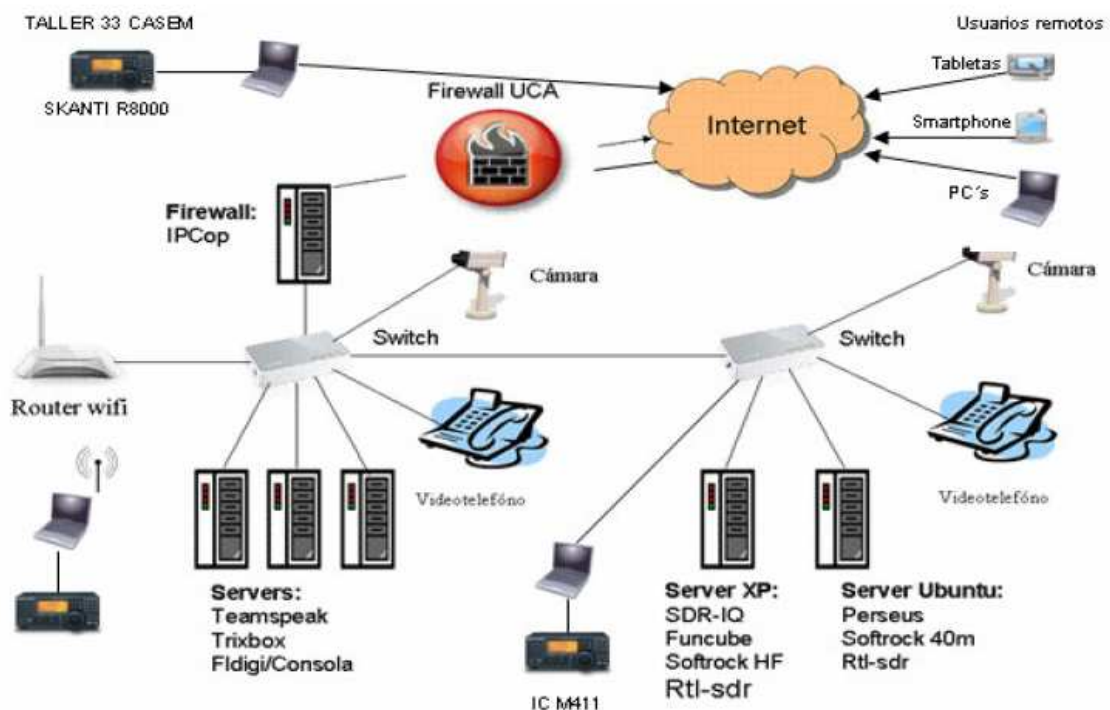


Figura 1. Estructura del sistema ROIP <http://marconi.uca.es>

Con el fin de coordinar a los operadores de las distintas estaciones receptoras (reales o virtuales) se ha diseñado una red internacional de comunicaciones interiores, con video y audio IP, y con acceso a equipos de radio convencionales mediante pasarelas de integración que permiten, según su tecnología,

integrar equipos ya existentes a la nueva red, compartiendo infraestructuras ya existentes con nuevos usuarios a costes reducidos.

3. Resultados y Discusión

Este proyecto fue presentado por la Universidad de Cádiz en la convocatoria del año 2013 del MINECO Retos de la Sociedad. Área de Seguridad, Protección y Defensa con el fin de conseguir su financiación, desgraciadamente ha sido denegado, aún a pesar de la buena evaluación obtenida por el Grupo S2CN y los currícula de los componentes del Proyecto, entre los que se incluyen los CUDs de Marín, San Javier y la Escuela de Náutica de Tenerife. Ya anunciamos que volveremos a presentar dicho proyecto con una reducción significativa de capacidades técnicas con el fin de reducir el esfuerzo de la inversión por parte del MINECO, tal como se expone en (1).

3.1 Resultado general esperado.

El Objetivo general es lograr la cooperación de diversas entidades implicadas en la formación y en el Salvamento Marítimo, instalando una serie de receptores y transceptores, compartidos y controlados por Internet, en puntos fundamentales de la geografía española con el fin de salvar vidas humanas en la Mar.

El salvamento se iniciará gracias a la escucha en las frecuencias de socorro de una llamada de Socorro o Urgencia o por comunicación directa desde la Red RREMAR con el buque siniestrado o las unidades que se encuentren en tareas de salvamento, no siendo imprescindible que sea la Estación Costera de Correspondencia Pública la que dé la alarma.

Además, al “compartir antenas” ampliamos la zona de cobertura en Onda Media y VHF, lo que permite que cualquiera de los usuarios (Instituciones Civiles y Militares) pueda escuchar y/o transmitir en zonas donde radioeléctricamente era imposible asegurar el enlace. Esto es muy importante para el entrenamiento de Oficiales de la Marina Mercante y de Guerra, ya que las Escuelas de Bilbao, Santander, Gijón, La Coruña y Barcelona no tienen estación de radio, lo mismo que la AGM (marítima) o la Academia de Baeza, Ávila o Valdemoro, el CECOP de la DGPCyE, las bases de la UME, etc.

3.2 Resultados específicos.

Desarrollar los siguientes puntos de la Estrategia Española de Seguridad dentro de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología⁶, como el desarrollo de Tecnologías Emergentes y de Vanguardia (4.2.2), el Fortalecimiento de las Instituciones de I+D (4.2.3), la Consolidación y usos de las Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares (4.2.4) y la Transferencia y gestión del conocimiento (5.3) que pasamos a desarrollar a continuación.

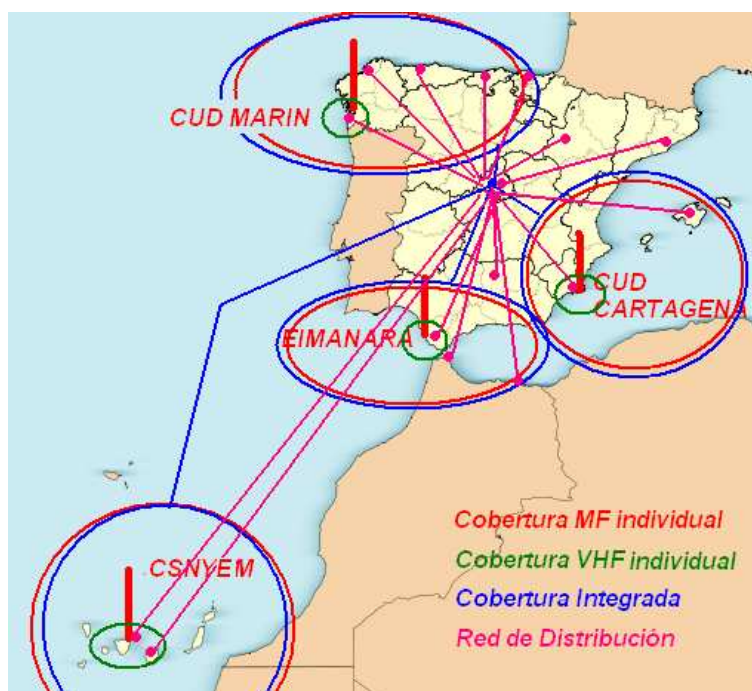


Figura 2. Segregación actual (rojo y verde) y compartición futura de coberturas (azul).

3.1.1 El desarrollo de Tecnologías Emergentes y de vanguardia.

- Explotación compartida de una red (ahora inexistente) que utiliza una tecnología que en este momento se sigue desarrollando y expandiendo.
- Exportación de la tecnología derivada del proyecto hacia países europeos en una fase más avanzada del mismo y una vez que esté probado y acreditado el sistema.
- Creación de una Red Europea SDR de Salvamento Marítimo y Protección Civil que pueda ser utilizada por el Convenio Frontex.

3.1.2 El fortalecimiento de las Instituciones de I+D

- Iniciar una potente línea matriz de investigación en la utilización de la ROIP (Radio over internet protocol) que permita el desarrollo de otros proyectos aplicados que resuelvan el reto social de Seguridad, Protección y Defensa, basándose en equipamientos Civiles de doble uso (COTS) y alta calidad con bajo precio.
- Ampliar el número de sensores o Estaciones de la Red con el fin de cubrir la costa Española desde las Escuelas de Náutica o las Escuelas de Ingeniería Industrial y Telecomunicaciones o Informática. Esta medida permitiría ampliar el punto anterior.
- Propiciar el encuentro de Instituciones de I+D que se complementen con el fin de mejorar la red propuesta y buscarle más aplicaciones de manera que se den soluciones prácticas avanzadas a otros retos de la sociedad que se puedan resolver mediante ROIP.
- Realizar acuerdos de cooperación con Instituciones y empresas sin I+D para solucionar sus problemas de comunicación a distancia.
- Entrar en contacto con universidades europeas para desarrollar nuevas técnicas de transmisión de datos ROIP y ampliar la Red a todas las aguas Europeas.

Consolidación y usos de las Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares.

- Crear una red ROIP, de tecnología singular, que, a través de REDIRIS, pueda ser utilizada por la Administración Española y administraciones autonómicas o locales y científicas.
- Compartir dicha red con quien lo necesite.
- Crear de un Radiogoniómetro, en Onda Media y Onda Corta, basado en desfases temporales de señales de radiofrecuencia que permita la localización y seguimiento de naves marítimas y aéreas con fines de Salvamento, Seguridad, Protección o Defensa. Dicho Radiogoniómetro podrá ser ampliado tanto como se necesite con nuevas Estaciones repartidas por el Territorio Nacional y será necesario desarrollar sistemas fiables de determinación de los desfases temporales tanto por diversidad en el camino de propagación como de retardos producidos en la red Internet.
- Dotar a los Servicios Patrón de Señales Horarias de medios radioeléctricos para su difusión hacia los buques en la mar y aeronaves en vuelo y permitir el estudio de los retardos de propagación en distintas bandas de radiofrecuencia, lo que indicaría el estado de ionización de las capas atmosféricas.
- Ampliar la Red a todas las aguas españolas (incrementando MF y VHF) y europeas con el fin de uso compartido.

3.1.3 Transferencia y gestión del conocimiento.

- Preparación tecnológica de Ingenieros Radioelectrónicos y personal de las FF.AA y FF y CC de Seguridad del Estado para detectar, analizar, identificar, decodificar e interpretar las señales recibidas por radio, actuando en consecuencia (esto se está realizando, actualmente, en la UCA mediante la Red Marconi).
- Elaborar una base de datos de señales de radiofrecuencia recibidas por la red.
- Crear un manual operativo de radioseñales que permita formar a los radiooperadores y facilitar la decodificación de señales de naturaleza sospechosa.
- Facilitar medios de investigación en encriptación de comunicaciones al poder distribuir comunicaciones encriptadas por la red sin necesidad de disponer de receptores de radio donde se quieran decodificar.
- Promover la coordinación rápida y la cooperación de los agentes que intervienen en la Seguridad, Protección y Defensa de los españoles por medio de la compartición de recursos de radiocomunicaciones y comunicaciones por internet, disminuyendo los tiempos de respuesta ante un naufragio o un accidente aéreo o marítimo o ante una amenaza hacia la seguridad de las personas o del Estado.
- Mejora de los sistemas de enseñanza de los radiooperadores y personal de salvamento mediante conferencias y congresos, desplazamiento de los investigadores y futuros usuarios a los centros de enseñanza implicados.

3.3 Discusión.

Yendo a la parte técnica. Los equipos que utilizan las entidades anteriormente mencionadas son equipos telecontrolados a distancia por circuitos dedicados (en el mejor de los casos) y para nada son compartidos con otras entidades. Es decir, el celo en el secreto de qué es lo que están escuchando es tal que obliga al Estado a mantener más redes de equipos de radio obsoletos de los que les pueda hacer falta.

Ahora bien, lo que tienen en común es lo siguiente, frecuencias fijas de transmisión y ubicaciones fijas que se muestran irremediablemente insuficientes y que muchas veces están próximas entre sí, duplicando, triplicando y cuadruplicando las zonas de cobertura y dejando los mismos espacios en sombra.

La filosofía del proyecto es justo la contraria, compartir recursos (que siempre son escasos) entre todos, pudiendo acceder de manera libre a los receptores que se instalen, poderlos operar a conveniencia según la situación operativa que se atravesase, crear una doctrina de colaboración en Salvamento Marítimo, que existe a nivel Civil y a todos los niveles en el teatro de operaciones, pero no entre las Entidades en tierra, porque no quieren dar datos de sus instalaciones ni compartirlas y que obliga a seguir la cadena de mando y se pierde el precioso tiempo que cuesta más de una veintena de vidas en el hundimiento de un buque mercante y más de 150 vidas en una patera en el Mar Mediterráneo.

Por otro lado, a cualquiera de estas entidades les interesa poder tener más antenas y receptores gratis, utilizarlos desde cualquier parte de la geografía nacional repartiendo la carga de trabajo de las guardias entre los operadores que están repartidos en distintas provincias o en distintas naciones. Y la forma de hacerlo es utilizando una conexión a Internet.

4. Conclusiones

La única tecnología que nos permite, a fecha de hoy, utilizar receptores de radio de banda ancha, de forma simultánea por distintos operadores y mediante Internet, ya sea mediante conexión directa al router o mediante pasarelas de Radio, es la Radio Definida por Software, en la cual se entregan simultáneamente, todas las señales que se reciban dentro del ancho de banda del receptor, digitalizadas al ordenador, el cual, según la configuración instantánea que le haya definido el operador, decodificará solo y exclusivamente aquél reducido ancho de banda que el operador le marque.

Por lo tanto, los receptores SDR son “meros” interfaces digitalizadores de aquella banda que se les “marque” y el verdadero receptor de radio se encuentra en forma de software en un ordenador que será el encargado de filtrar y decodificar la señal según el método de modulación o modo de emisión (actualmente se llama “forma de onda”) que le indique el operador.

Es decir, el programa que usa el receptor (o transceptor SDR) depende del momento operativo por el que se atraviesa, o lo que es lo mismo, del buen hacer y entender del radiooperador, el cual configura el denominado técnicamente *front-end* del equipo, en el que se definen por software los modos de emisión, anchuras de banda de los filtros, promediado de las señales en la presentación de las FFTs, espectros o cascadas, presentaciones en 3D del espectro, volumen de audio, potencia de transmisión, puertos de entrada y salida de la información, etc. y eso lo hace cada operador con su

ordenador (su propio receptor software) aunque el receptor sdr (digitalizador) esté siendo utilizado por 30 operadores distintos, cada uno en su ciudad respectiva.

El estado del arte actual es que varias empresas de radiocomunicaciones militares europeas (Thales, Racal, Indra,...) se están uniendo para desarrollar “formas de onda” compatibles entre sí para evitar la interceptación por parte del enemigo o la interferencia, utilizando anchuras de banda de más de 200 kHz (espectro ensanchado) y técnicas de salto en frecuencia, haciendo a sus equipos interoperables entre sí, pero los resultados técnicos serán secretos y no aparecerán, por razones obvias, en ninguna revista de impacto, JRC, ni en el IEEE (págs 12 y 13 http://www.portalcultura.mde.es/Galerias/revistas/ficheros/boletin_tecnologico_36.pdf).

En el estado actual del SDR existe una gran cantidad de soluciones y equipos, destacando los de la marca Flexradio y Ettus Research. Los entornos de desarrollo y aplicaciones son muy diversos, si bien cabe distinguir dos grandes áreas:

- Desarrollos en Qt, C++ y Python.
- Desarrollos en entorno Java, HTML, PHP.

Como se ha indicado anteriormente, los desarrollos se ejecutan sobre Linux (Principalmente servidores), Windows, Android, Mac e iPhone.

Existen receptores de bajo precio como los clásicos Softrock desarrollados y distribuidos por Tony Parks [7], precursor en los desarrollos de SDR. El coste de estos receptores es de 25 a 100 Euros, si bien los más baratos se distribuyen en forma de kits que hay que montar.

La organización FRONTEX, de la Unión Europea, puede ser un cliente del Proyecto si se demuestra su validez desde el punto de vista de la Filosofía de compartir recursos. Esta Organización tiene como misión velar por la Seguridad de las fronteras Europeas, por lo cual la explotación de los resultados es inmediata.

Agradecimientos

Agradecemos al Vicerrectorado de Investigación y Transferencia de la UCA la tramitación telemática y el aliento en la presentación de este Proyecto en la convocatoria del MINECO de 2013, así como a los CUDs de Vigo y Cartagena y al C.S. de Náutica y Estudios del Mar de la ULL su participación en la propuesta de 2013 y su continuidad en la convocatoria de 2014. También agradecemos los apoyos recibidos desde el Real Instituto y Observatorio de la Armada y desde el Instituto de F.P. Náutico-pesquero de Canarias y su intención de participación, así como a todas las empresas del ramo de la Radioelectrónica Naval que mostraron su interés en los resultados de la investigación.

Finalmente, agradecemos al CUD de la Universidad de Zaragoza, A.G.M. la oportunidad de la exposición de esta idea de Proyecto a nivel nacional y les brindamos, tanto a ellos como a todas las entidades presentes, la posibilidad de la participación activa o pasiva en el mismo.

Referencias

1. Author 1, A.B.; Author 2, C.D. Title of the cited article. *Journal Title* **2007**, 6, 100–110.
2. Author 1, A.; Author 2, B. Title of the chapter. In *Book Title*, 2nd ed.; Editor 1, Editor 2, Eds.; Publisher: Publisher Location, Country, 2007; Volume 3, pp. 154–196.